

A-5 부산 광역시에서 신경망 모델을 이용한 NO₂ 농도 예측

이화운, 장난심, 이용희*
부산대학교 대기과학과

1. 서론

최근 자동차의 급격한 증가는 대도시의 교통 체증을 야기시키고 연료 소비량의 증가는 물론 대기오염물질의 배출량을 증가시켜 여러 가지 대기오염 방지대책을 추진하고 있음에도 불구하고 대기의 질은 개선되지 않고 있다. 특히, 공장에서 방출되는 대기오염물질이 이동오염원에서 배출되는 오염물질과 합쳐지는 곳에서는 환원제인 SO₂, NO 그리고 통상 산화력이 없는 탄화수소가 대량으로 대기에 방출된다. 햇빛이 없는 경우에는 SO₂와 NO는 각각 황산염과 질산염으로 서서히 변하겠지만, 탄화수소와 햇빛이 존재하기 때문에 NO는 광화학 반응을 하여 NO₂로 변하게 된다. NO₂는 갈색을 띄며 부식성이 있고 강한 질식성 악취를 가지는 유독성 기체로 그 농도가 0.11 ppm이상에 1시간 이상 노출되면 호흡기 장애를 일으킬 수 있다.

따라서 본 연구에서는 신경망과 중회귀모델을 비교 분석하여 부산광역시에 알맞은 모델을 찾아내어 NO₂ 농도를 예측하는 것이다. 이러한 목적에 앞서 먼저 부산지역의 일반적인 NO, NO₂, NO_x 농도의 특성을 6개의 대기오염측정지점(광복동, 범천동, 대연동, 덕천동, 신평동, 감전동)을 중심으로 분석하였고, NO_x 방출량을 10%, 20%, 50%, 75% 저감시켰을 때 NO₂ 농도의 저감도를 간단한 선형회귀 모델을 이용하여 제시하였다.

2. 연구 방법

부산광역시 NO, NO₂, NO_x 농도 분포 특성을 분석하기 위해서 1996년부터 1998년까지 환경부 산하 대기 측정망 자료를 바탕으로 24시간 중 70% 이상 측정된 자료를 이용하였다. 그리고 신경망과 중회귀모델의 입력자료는 쉽게 관측할 수 있는 기상자료(풍속, 온도, 가시도, 해면기압, 일사량 운량), NO₂(t-1), NO₂(t-24) 그리고 Garder et al.(1999)에 따라 방출량 대신에 시간을 사인과 코사인 함수로 정규화 시킨 자료($\sin(2\pi h/24)$, $\cos(2\pi h/24)$)를 사용하였다.

대기 산화(NO→NO₂) 특성을 나타내기 위해서 3년간의 자료 중 여름과 겨울동안 대기오염측정망에서 측정된 시간별 NO₂와 NO_x 농도를 분석하였다. 그리고 세계 보건 기구(WHO)의 1시간 NO₂ 농도 권고 기준치인 105 ppb를 부산광역시에 적용하여 초과하는 지역을 분석하였다.

또한 질소산화물은 대부분이 자동차에 의해서 배출된다는 것을 고려하여 NO₂/NO_x의 관계를 이용하여 NO₂ 저감 대책을 단순 선형회귀 모델을 이용하여 나타내었다.

부산 지역에서 NO_2 농도를 예측하기 위해서 3가지 모델이 사용되었는데 두 개는 다층 퍼셉트 신경망이다. 신경망을 학습시키는 알고리즘에 따라 신경망의 특성이 달라지므로 다층 퍼셉트 신경망에 가장 많이 사용하는 backpropagation algorithm으로 학습된 다층 퍼셉트 신경망과 scaled conjugate gradient algorithm으로 학습된 다층 퍼셉트 신경망을 사용하였다. 마지막으로 중회귀 모델을 이용하였다.

3. 결과 및 고찰

대기산화의 특성을 살펴보기 위해서 겨울과 여름으로 구분하여 조사한 결과 $\text{NO}_x(\text{NO})$ 는 대기가 안정하고 혼합고가 감소하여 대기확산이 잘 이루어지지 않는 겨울동안 증가하는 경향이였다. 그리고 교통량이나 산업과정에서 계절별로 일정하게 유지되던 방출량이 겨울동안 난방과 발전소에 의해 증가되어 NO_x 농도에 영향을 끼쳤다.

여름동안, $\text{NO}_x(\text{NO})$ 농도 증가에 영향을 끼치는 기상조건과 방출 패턴의 영향보다는 일사량의 증가와 높은 기온으로 인한 O_3 농도의 증가로 인해 전체적으로 겨울에 비해 NO 의 농도가 감소하는 경향을 보였다.

NO_2/NO_x 비를 살펴본 결과, 겨울동안의 NO_2/NO_x 비보다 여름동안의 NO_2/NO_x 비가 증가하였는데, 이것은 $\text{NO} \rightarrow \text{NO}_2$ 로의 산화가 증가함으로써 여름동안의 NO_2/NO_x 비가 증가하게 된 것으로 생각된다.

4. 결 론

NO_2/NO_x 의 관계를 이용한 선형회귀 모델을 이용하여 NO_2 저감 방안을 연구하였다. 그 결과를 활용하면 효율적인 NO_2 저감방안을 세울 수 있을 것이다.

부산광역시에서 NO_2 농도를 예측시 중회귀 모델보다 다층 퍼셉트 신경망이 적절함을 알 수 있었다.

참 고 문 헌

- Bower, J. S., Broughton, G. F. J., Dando, M. T., Lees, A. J., Stevenson, K. J., Lampert, J. E., Sweeney, B. P., Parker, V. J., Driver, G. S., Waddon, C. J. and Wood, A. J., 1991, Urban NO_2 concentrations in the U. K. in 1987., Atmospheric Environment, 25B, 267~283.
- Harrison, R. M., Shi, J. P., 1996, Sources of nitrogen dioxide in winter smog episodes., Science of the Total Environment, 189/190, 391-399.
- Inoue, T., M. Hoshi, and M. Taguri, 1986a, Regression analysis of nitrogen oxide concentration., Atmospheric Environment, 20 (1), 71-85.
- Gardner, M. W. and Dorling, S. R., 1999, Neural network modelling and prediction of hourly NO_x and NO_2 concentrations in urban air London, Atmospheric Environment, 33, 709-719.